

Exploration of Integrating Construction of “Theoretical Physics” Curriculum

Mi Xiao, Yang Liu, Da Wang

School of Electrical and Information Engineering, Tianjin University, Tianjin
Email: xiaomi@tju.edu.cn

Received: Mar. 27th, 2018; accepted: Apr. 10th, 2018; published: Apr. 17th 2018

Abstract

In the teaching program of microelectronics and solid-state electronics related undergraduate majors, the basic theoretical physics such as quantum mechanics, statistical physics, solid-state physics, are playing important roles in the fundamental construction of professional knowledge. In this article, the concept and possibility of integration construction of basic professional curricula are discussed on the basis of construction process of basic professional curriculum of “Theoretical physics” in the major of electronic science and technology of Tianjin University.

Keywords

New Engineering, Curriculum Construction, Theoretical Physics, Microelectronics, Basic Professional Curricula

“理论物理”课程融合建设的探索

肖 谧, 刘 洋, 王 达

天津大学电气自动化与信息工程学院, 天 津
Email: xiaomi@tju.edu.cn

收稿日期: 2018年3月27日; 录用日期: 2018年4月10日; 发布日期: 2018年4月17日

摘 要

在微电子学与固体电子学学科相关的本科专业教学体系中, 基础理论物理如量子力学、统计物理、固体物理等内容的教学, 对学生系统掌握本学科的专业知识非常重要。本文结合天津大学电子科学与技术专业的专业基础课程“理论物理”建设过程, 探讨了专业基础课程融合建设的思路与可行性。

关键词

新工科, 课程建设, 理论物理, 微电子, 专业基础课

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 课程建设背景

“微电子学与固体电子学”是“电子科学与技术”一级学科所属的二级学科。作为电子学的分支学科,它主要研究电子或离子在固体材料中的运动规律,然后以此为基础,构建新型电子器件,最终实现电路和系统的集成,完成对信号的采集和处理。它是现代信息技术的基础和重要支柱,也是国际高新技术研究的前沿领域和竞争焦点,其发展水平和产业规模是一个国家经济实力的重要标志[1]。

与微电子学与固体电子学学科相关的本科专业包括“电子科学与技术”、“微电子学”、“集成电路设计与集成系统”等,不同高校可能各有侧重。但是,这些专业的课程体系都大体相同,都是从基础物理出发,探讨物质的基本物理属性,先分析单电子的运动特性,再分析多电子运动的统计特征,引出材料中电子运动的基本特点及其相互作用规律,然后再以半导体材料为基础,构建半导体器件,最终结合电路的基本知识,实现以半导体器件为基础的集成电路设计。也就是说,课程体系大体遵循着从物理本质到材料,再到器件,最后到电路集成设计的过程。在上述本科生专业中,相关的专业核心课程包括:“量子力学”、“热力学与统计物理”、“固体物理”、“半导体物理”、“微电子器件”、“模拟集成电路设计”、“数字集成电路设计”、“微电子工艺原理”等。从这些课程的设置不难看出,理论物理的教学在这些专业中都具有非常重要的作用,对于夯实专业基础,帮助学生透彻理解材料与器件性能的物理本质,增强其理论分析水平和逻辑思维能力都具有非常重要的意义。

“量子力学”、“热力学与统计物理”、“固体物理”是比较有代表性的几门基础理论课程。在各高校中一般都分别授课。根据《工程教育认证标准(2015版)》[2]的要求,工程基础类课程和专业基础类课程应体现数学和自然科学在本专业应用能力培养方面的作用。随着各高校工程教育的不断深入,以及新工科教育的不断推进,对基础理论的教学要求也在不断提升:既要保证相关知识点的教学以实现后续课程的支撑,又要在一定程度上压缩教学学时使学生有更多的精力进行工程化教学实践[3]。同时,打破相关课程之间的教学壁垒,加强相关教学内容的融合,使学生在学习完一门课程之后,能够建立起更为系统科学的知识体系,也将是今后课程改革的发展方向。实际上,由于各门课程的形成都有其特定的历史传承,要想实现上述目标也绝非易事。日前,我们在专业基础课融合建设方面进行了有益的尝试,成功地将上述几门微电子学与固体电子学领域的基础理论教学合并为一门单独的“理论物理”课程。

2. 课程建设的可行性分析

在高等教育中,不同课程的设立,都是由于在某一特定领域不断涌现出的新的现象、新的理论,然后在原有知识的基础上,逐渐地凝练和积累新的知识点,最终发展成为单独的知识体系。作为专业基础的课程,一定会从一些特定的方面为整个专业知识的学习提供必要的工具、方法和理论,为后续课程提供支撑。一般来说,专业基础课之间都有着较强的关联性。如果能够让学生按照历史发展,对客观世界的认识不断深入的过程来学习专业基础理论知识,对于学生的系统性知识体系的建立无疑是十分有帮助的。

但是,为了教学过程和教学管理的便利性,一般每门课程的教学学时数都不会太多,4~6 学分的专业基础课(64~96 学时)就已经是教学任务量比较大的课程了。这样的安排,虽然提高了教师教学以及学生学习的便利性,但也由于教学学时的限制,只能挑选一些重要的知识点加以介绍,这有可能在一定程度上造成知识点之间内在联系的割裂。如果安排不当,学生学到的知识可能是零散的,碎片化的,不能建立起对专业知识的整体认识。

通过上述分析,我们可以看到,专业基础课程融合建设须满足如下条件:一是,融合建设的相关课程内容之间要存在密切的联系;二是,通过认真梳理相关课程的承接关系,要把课程知识点压缩融合到不太大教学体量中,例如 4 学分 64 学时。

在微电子学与固体电子学领域的专业基础理论教学中,不同的高校所讲授的内容略有差异,但一般都会讲授“量子力学”、“统计物理”以及“固体物理”等内容。至于热力学方面的内容,由于“大学物理”已有所涉及,同时以热力学理论为基础的后续课程相对较少,很多高校在专业基础课中不再安排,如有需要,可以在相关课程中适当增加热力学理论的回顾。在上述几门专业基础课程中,“量子力学”与“统计物理”可以看作是“大学物理”在微电子学与固体电子学领域的进一步延伸,它们提供了一系列分析解决问题的新方法;而“固体物理”则是以量子力学、统计物理提供的知识为基础,进一步对晶体的基本性能进行分析,为半导体材料以及微电子器件的引出打下基础。因此,“量子力学”、“统计物理”以及“固体物理”这三门课的关系非常密切,彼此之间存在较多联系,这就为我们开展理论物理的课程建设打下了基础。

3. 课程建设的基本思路和方案

量子力学、统计物理以及固体物理三大部分内容所涉及的知识点非常多,为此,我们对各知识点进行了认真梳理,以进一步明确其承接关系。量子力学的知识主要包括薛定谔方程、算符、能级、微扰、自旋等;统计物理的知识主要包括麦克斯韦-玻尔兹曼统计、玻色-爱因斯坦统计、费米-狄拉克统计这三大统计规律;固体物理的知识主要包括晶体的结构、晶体的结合、晶格热振动、晶体的缺陷、金属电子论与能带等。实际上,由于量子力学、统计物理以及固体物理都是随着近代物理的迅速发展而发展起来的,它们之间有着天然的联系。其中量子力学重点分析单个微观粒子的基本运动状态与规律;而统计物理则以概率统计的方法,对由大量粒子组成的宏观物体的物理性质及宏观规律做出微观解释。固体物理则重点介绍材料的微观粒子之间的相互作用规律,以及由此而导致的材料在晶体结构、力学、热学、电学等方面所具备的基本性能[4]。也就是说,如果建设“理论物理”课程,只需遵循着单个粒子到多个粒子,再到多粒子相互作用的思路,即可将相关内容有机地结合为一个整体,达到课程建设的目的。同时,“理论物理”课程作为一门单独课程建设时,还可使课程内容的前后呼应,避免为了保证不同课程教学内容的完整性而使重复讲授相关知识点,从而压缩了总的教学学时。

经过努力,最终我们成功将原来两门课程“量子力学与统计物理”4 学分 64 学时、“固体物理”3 学分 48 学时,总计 7 学分 112 学时,合并压缩为“理论物理”4 学分 64 学时。这一教学改革措施提高了上课效率,减轻了学生的学业负担,使学生能够有更多的精力按照新工科建设的要求提升个人的实践能力。

经过一年的教学实践,学生普遍反映教学效果良好,并没有出现因教学课时大幅度压缩而导致的教学内容不系统、学生对相关教学内容理解不透彻、基础理论知识不扎实的现象。同时,由于合并后的“理论物理”作为一门课被安排在一个学期内上课,避免了原来因“量子力学与统计物理”同“固体物理”的课程承接关系,必须分别安排在两个学期上课的现象,方便了后续课程的开展,使教学进度整体前移,为高年级更好地安排专业教学实践创造了条件。

4. 结论

通过认真梳理微电子学与固体电子学学科的专业基础理论教学内容，成功地将“量子力学”、“统计物理”、“固体物理”合并为一门专业基础课“理论物理”，提升了教学效果，优化了培养方案。相关的方法与思路可供高校基础理论教学改革参考。

参考文献

- [1] 侯凤媛. 微电子技术发展与战略措施[J]. 才智, 2012(8): 63.
- [2] 中国工程教育专业认证协会. 工程教育认证标准(2015 版) [S]. 2015.
- [3] 陈慧, 陈敏. 关于综合性大学培养新工科人才的思考与探索[J]. 高等工程教育研究, 2017(2): 19-23.
- [4] 沈以赴. 固体物理学基础教程[M]. 北京: 化工出版社, 2005.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2331-799X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ces@hanspub.org